

## ANALISIS IMPLEMENTASI INFRASTRUCTURE AS A SERVICE MENGUNAKAN UBUNTU CLOUD INFRASTRUKTUR

Norma Fitra Pusta Rahma<sup>1)</sup>, Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T.<sup>2)</sup>, Eko Didik Widiyanto, S.T., M.T.<sup>2)</sup>

Jurusan Teknik Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

email : noe\_norma@yahoo.com

### ABSTRAK

*Semakin canggih dan berkembangnya teknologi informasi di berbagai aspek kehidupan, meniscayakan perguruan tinggi sebagai institusi pengembang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) untuk merespon positif. Hal ini akan berdampak juga dalam perkembangan perangkat keras yang secara tidak langsung harus mengikuti perkembangan teknologi informasi yang ada sehingga akan dilakukan penambahan perangkat yang akan menyebabkan penambahan biaya untuk membeli perangkat yang baru. Hal tersebut dapat dipenuhi dengan menggunakan teknologi cloud computing. Cloud computing merupakan model komputasi, dimana sumber daya seperti daya komputasi, penyimpanan, jaringan dan perangkat lunak disediakan sebagai layanan di internet. Sumber daya komputasi tersebut dapat dipenuhi oleh layanan layanan cloud Infrastructure as a Service (IaaS). Infrastructure as a Service tersebut dibangun dengan menggunakan Infrastruktur Cloud Ubuntu. Sistem Operasi yang digunakan adalah Ubuntu Server 12.04 LTS dan serta perangkat lunak yang digunakan untuk membangun infrastruktur adalah OpenStack versi essex. Hasil dari tugas akhir ini adalah terciptanya mesin virtual berdasarkan spesifikasi CPU, memory, dan disk yang dipilih melalui flavor yaitu m1.tiny dengan spesifikasi memori 512 MB, disk 0 GB, ephemeral 0 GB, vCPU 1. Image yang digunakan pada instance adalah Server Ubuntu 12.04.3 LTS. Kecepatan CPU yang didapat pada mesin virtual tersebut adalah 3000,106 MHz. Penggunaan CPU pada instance dengan nama "webserver" meliputi 0,3% dengan sisa 0,97%, Memori 422764k dari total keseluruhan 503496.*

*Kata Kunci : Cloud Computing, IaaS, OpenStack, Mesin Virtual.*

## 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin canggih dan terus berkembangnya teknologi informasi di berbagai aspek kehidupan, meniscayakan perguruan tinggi sebagai institusi pengembang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) untuk merespon secara positif. Di samping sebagai pengembang IPTEK, perguruan tinggi dalam operasional kegiatannya juga membutuhkan teknologi khususnya teknologi informasi. Agar tidak ketinggalan dalam penguasaan dan penggunaan teknologi, khususnya teknologi informasi, maka perguruan tinggi harus senantiasa mengikuti perkembangan IPTEK.

Perangkat keras akan menjadi salah satu faktor kendala ketika sistem akan dilakukan *upgrade*. Karena dengan melakukan *upgrade* pada sistem akan semakin baik sebuah sistem tersebut maka dari itu harus didukung dengan perangkat keras yang sesuai. Dapat disimpulkan bahwa semakin

baik sebuah sistem maka perangkat keras dari sistem tersebut harus baik pula yang berarti dilakukan penambahan perangkat. Penambahan perangkat ini akan menyebabkan penambahan biaya untuk membeli perangkat yang baru.

Pemenuhan kebutuhan perangkat keras tersebut dapat dilakukan secara virtual dengan menggunakan teknologi *cloud computing*. *Cloud computing* merupakan sebuah model komputasi dimana sumber daya seperti daya komputasi, penyimpanan, jaringan dan perangkat lunak disediakan sebagai layanan di internet.

### 1.2 Tujuan

Tujuan atau hasil yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Merancang dan mengimplementasikan *OpenStack* sebagai infrastruktur *cloud*.
2. Menguji infrastruktur *cloud* untuk Server Ubuntu 12.04.

1) Mahasiswa Teknik Sistem Komputer Undip

2) Dosen teknik Sistem Komputer Undip

### 1.3 Pembatasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Sistem ini dibangun dari 2 buah komputer, 1 buah sebagai server dan 1 buah sebagai klien.
2. Server menggunakan sistem operasi Linux distro Ubuntu 12.04 LTS.
3. Komputer klien menggunakan sistem operasi *windows* dengan aplikasi *putty* sebagai *remote server*.
4. Perangkat lunak *OpenStack* digunakan untuk membangun IaaS.
5. *Image* virtual Ubuntu 12.04 yang digunakan untuk membangun *instance*.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Cloud Computing

*Cloud Computing* adalah sebuah model komputasi dimana sumber daya seperti daya komputasi, penyimpanan, jaringan dan perangkat lunak disediakan sebagai layanan di internet (Buyya, James & Goscinski, 2011).

### 2.2 Layanan Cloud Computing (IaaS)

*Infrastructure as a Service (IaaS)* adalah bagian sistem dalam *cloud computing* yang menyediakan seluruh kebutuhan infrastruktur mulai dari penyimpanan, perangkat keras dan semua infrastruktur tersebut telah disediakan oleh *provider cloud*.

### 2.3 Teknologi Virtualisasi

Virtualisasi diartikan sebagai pembuatan suatu bentuk atau versi virtual dari sesuatu yang bersifat fisik, misalnya sistem operasi, perangkat penyimpanan data atau sumber daya jaringan. Dengan virtualisasi, maka sebuah komputer (fisik) bisa menjalankan banyak komputer virtual sekaligus pada saat yang bersamaan.

Virtualisasi memungkinkan adanya skalabilitas dan elastisitas yang tidak terjadi pada teknologi tradisional. Dari segi elastisitas, teknologi virtualisasi ini memberi keluasaan pengguna layanan untuk dapat meningkatkan kapasitas layanan yang ingin dimilikinya (Armbrust, et al., 2009). Dari segi skalabilitas, dengan virtualisasi ini nantinya pengguna dapat dengan mudah meningkatkan kinerja sistem secara berangsur-angsur sesuai dengan beban pekerjaan dengan hanya mengurangi ataupun menambahkan sejumlah prosesor secara virtual sesuai dengan kebutuhan.

### 2.4 OpenStack

*OpenStack* merupakan perangkat lunak berbasis *open source* dalam *cloud computing* yang berorientasi di bidang *Infrastructure as a Service (IaaS)*.

Ada lima servis utama yang terdapat pada *OpenStack* yaitu : Nova, Swift, Glance, Keystone dan Horizon.

1. *OpenStack Compute Infrastructure (Nova)* adalah perangkat lunak *open source* yang di desain untuk mengelola jaringan-jaringan dengan skala besar, virtual mesin serta menciptakan platform yang skalabel untuk *cloud computing*.
2. *OpenStack Object Storage Infrastructure (Swift)* adalah perangkat lunak *open source* untuk membuat penyimpanan data yang bersifat skalabel serta *redundant*/bercabang dengan menggunakan sistem *cluster server* untuk menyimpan data-data dalam ukuran terabytes atau bahkan petabytes.
3. *OpenStack Image Service (Glance)* adalah satu produk dari *OpenStack* yang digunakan untuk layanan *virtual disk images*.
4. Keystone merupakan layanan dari Openstack yang menyediakan layanan *Identity, Token, Catalog* dan *Policy services* digunakan oleh proyek-proyek di dalam keluarga *OpenStack*.
5. Horizon atau disebut juga dengan *dashboard* berbasis web yang digunakan untuk mengatur atau mengelola layanan *Openstack*.

### 2.5 Virtual Machine

*Virtual machine (VM)* atau mesin virtual mengemulasikan keseluruhan sistem perangkat keras, mulai dari prosesor sampai *network card*, memungkinkan sistem operasi yang berbeda untuk berjalan secara simultan.

### 2.6 Virtual Disk

*Virtual Disk* digunakan untuk boot dan untuk menjalankan sistem operasi. Disk virtual dapat menjadi bagian dari template yang dibuat sebagai bagian dari proses pembuatan mesin virtual dan dapat dibuat secara terpisah sebagai media penyimpanan.

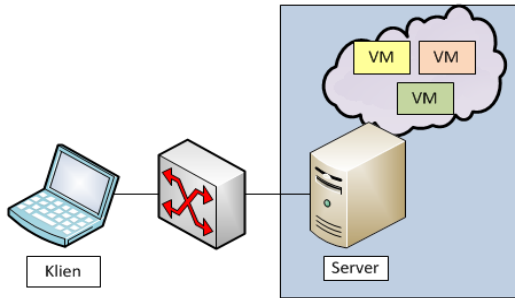
### 2.7 Image Virtual

*Image virtual* merupakan berupa file tunggal yang berisi *virtual disk* yang berupa sistem operasi yang *bootable* digunakan untuk instalasi virtual mesin.

## 2.8 Ubuntu

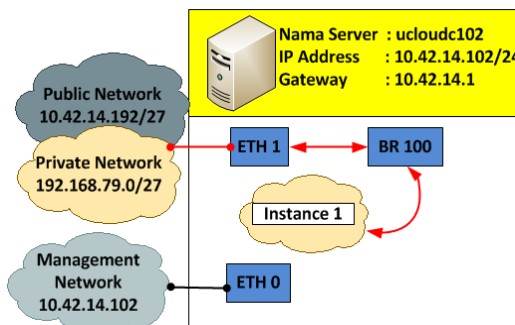
Ubuntu merupakan salah satu distribusi Linux yang berbasis Debian dan didistribusikan sebagai software bebas.

## 3. PERANCANGAN SISTEM



Gambar 1 Skema perancangan sistem

Arsitektur yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur *cloud* adalah *single node* yaitu dengan menggunakan satu buah server. Server tersebut akan menjalankan semua servis dari openstack dan juga semua *instance*. Terdapat tiga bagian dengan fungsi yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 1. Server difungsikan sebagai penyedia *cloud*. Klien digunakan untuk membangun *image* dan mengelola infrastruktur *cloud* berbasis web. Diantara keduanya dihubungkan sebuah switch.



Gambar 2 Skema perancangan jaringan

Gambar 2 menunjukkan perancangan jaringan yang ada pada *host* dan *instance*. *Host* terhubung dengan *eth0* dan mempunyai IP address statik 10.42.14.102. *Instance* terhubung dengan *eth1* dan memiliki dua tipe IP address, yaitu IP publik (10.42.14.192/27) yang digunakan untuk komunikasi antara *instance* dengan jaringan luar dan IP privat (192.168.79.0/27) digunakan untuk berkomunikasi antar

*instance*. Semua *instance* terhubung dengan bridge yang sama.

Kebutuhan perangkat keras pada tugas akhir ini terdiri dari server, switch, kabel UTP, konektor RJ45, NIC (*Network Interface*), hub, dan koneksi internet.

Tabel 1 Spesifikasi teknis server *Openstack*

Keterangan	Spesifikasi Teknis
Prosesor	Pentium (R) DualCore CPU E5700 @ 3.00 GHz
RAM	2 G
Hard disk	92 GB Intel Cooperation N10/ICH7 Family SATA Controller
NIC	Realtek Semiconductor Co. Ltd RTL8101E/ RTL8102E PCI Express Fast Ethernet Controller (Rev 02)
VGA	Intel Corporation 4 series Chipset Integrated Graphics Controller

Perangkat keras yang digunakan dengan spesifikasi pada Tabel 1 dikarenakan virtualisasi pada hypervisor KVM membutuhkan mesin dengan prosesor 64-bit dan IntelVT. Pada virtualisasi membutuhkan RAM yang besar untuk dapat menjalankan beberapa *instance*.

Tabel 2 Spesifikasi teknis server *Openstack*

Keterangan	Spesifikasi Teknis
Konfigurasi Openstack	Semua komponen Openstack termasuk nova-compute, yaitu nova, glance, keystone, dan horizon.
NIC	Eth0-jaringan lokal
IP address	Eth0-10.42.14.102
Hostname	localadmin
DNS server	10.42.52.1
Gateway IP	10.42.14.1

Tabel 2 merupakan spesifikasi teknis mengenai konfigurasi jaringan yang dilakukan pada perangkat keras (*host*). Penggunaan alamat IP akan disesuaikan dengan alokasi alamat IP yang ada di jaringan komputer UNIP.

Tabel 3 Teknologi yang digunakan dalam membangun *cloud*

Teknologi	Implementasi
Message queue	RabbitMQ 2.7.1.0
Virtualisasi	Libvirt KVM
Basis data	MySQL 5.5.31 phpMyAdmin 3.4.10.1
Web Server	Apache 2.2.22
Network manager	FlatDHCP

Pada tabel 3 merupakan serangkaian teknologi yang dipakai dalam pembuatan

infrastruktur *cloud*. teknologi tersebut dibangun di atas *host*.

**Tabel 4** Spesifikasi *flavor*

ID	Nama	Memori (Mb)	Disk	Ephemeral	Swap	VCPU	RXTX_Factor
1	m1.tiny	512	0	0		1	1.0
2	m1.small	2048	10	20		1	1.0
3	m1.medium	4096	10	40		2	1.0
4	m1.large	8192	10	80		4	1.0
5	m1.xlarge	16384	10	160		8	1.0

Tabel 4 menjelaskan serangkaian *flavor* yang di bangun oleh admin yang memiliki lima *flavor* dengan spesifikasi tertentu. Flavor digunakan untuk menetapkan berapa jumlah CPU virtual yang digunakan instance dan jumlah RAM-nya, disk ephemeral dan lain sebagainya.

**Tabel 5** Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan untuk mesin virtual

Keterangan	Spesifikasi Teknis
Sistem Operasi	Ubuntu Server 12.04 LTS 64bit
Basis Data	MySQL
Apache	2.2.22
Format image	Qcow2

Tabel 5 memuat spesifikasi perangkat lunak yang digunakan ketika mesin virtual berhasil dibangun

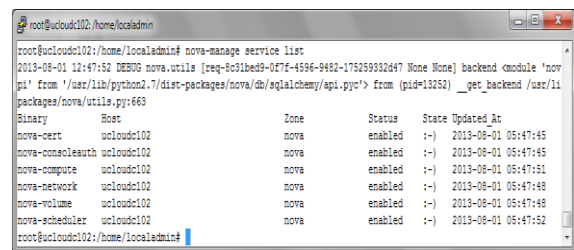
## 4 IMPLEMENTASI, PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM

### 4.1 Implementasi

Setelah semua konfigurasi dilakukan pada server host, maka selanjutnya memanggil servis pada nova yaitu memanggil perintah :

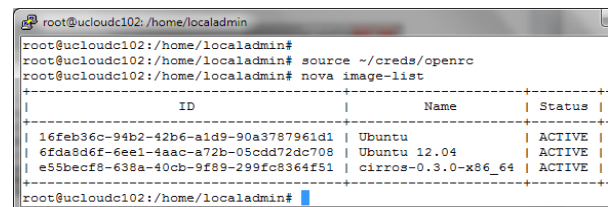
```
nova-manage service-list
```

Perintah tersebut digunakan untuk mengetahui servis yang aktif pada layanan cloud. servis tersebut terdiri dari nova-cert, nova-compute, nova-consoleauth, nova-network, nova-volume dan nova scheduler.



Gambar 3 Tampilan servis untuk nova

Gambar 3 diatas merupakan tampilan servis-servis yang bekerja pada cloud. Pada bagian *state* muncul tanda seperti ikon senyum (☺) pada masing-masing servis, hal tersebut menandakan bahwa servis tersebut dalam keadaan *up* dan sedang berjalan dengan baik.

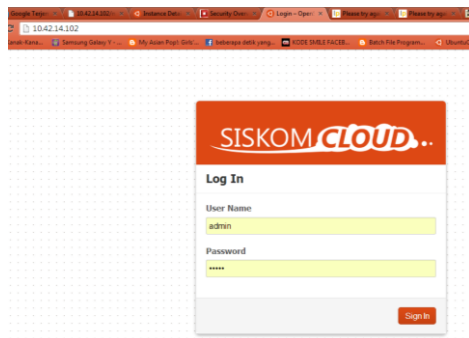


Gambar 4 Daftar Image

*Image* yang akan digunakan adalah “Ubuntu 12.04” dengan ID “6fda8d6f-6ee1-4aac-a72b-05cdd72dc708”. *Image* tersebut berisi sistem operasi Ubuntu Server 12.04.3 LTS.

### 4.2 Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membangun mesin virtual yang dilakukan di *dashboard*.

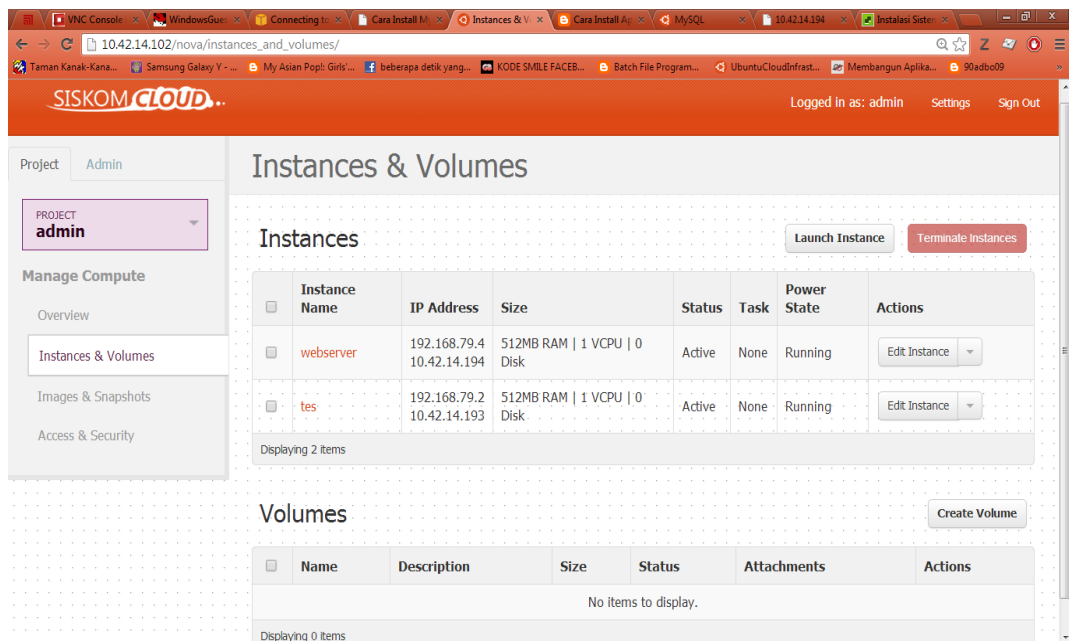


Gambar 5 Tampilan awal dashboard

Gambar 5 merupakan tampilan awal login pada dashboard/horizon. Dashboard akan menampilkan layanan-layanan yang disediakan oleh admin. *Username* dan *password* yang dimasukkan merupakan hasil konfigurasi pada identity/keystone.

*Username* : admin

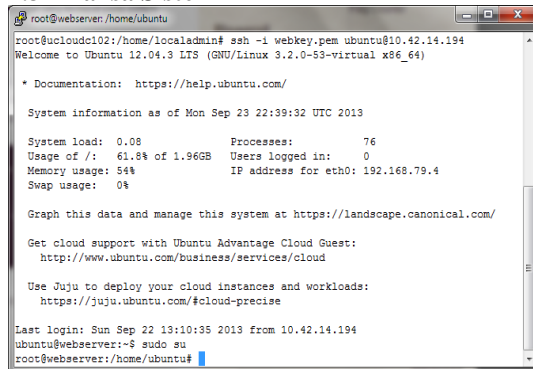
*Password* : admin



Gambar 6 Tampilan launch Instance

Gambar 6 merupakan tampilan *instance* yang dibangun oleh admin. *Instance* yang dibangun dengan nama *webserver*.

#### 4.3 Analisa Sistem



Gambar 7 Tampilan instance

Gambar diatas menunjukkan user telah berhasil *login* ke dalam *instance* sebagai user root bernama *webserver*. Perintah yang digunakan untuk *ssh* adalah *ssh -i webkey.pem*

*ubuntu@10.42.14.194*. *Ubuntu* merupakan user pada *instance* dan *10.42.14.194* merupakan ip publik dari *instance* bernama *ubuntu*. Setelah berhasil *ssh* ke *instance* tersebut, dapat dilihat Ip privat yang didapat oleh *instance* “*webserver*” yaitu *192.168.79.4*.

*Flavor* yang digunakan untuk *instance* dengan nama “*webserver*” adalah *m1.tiny*. Spesifikasi *flavor* tersebut adalah memori 512 MB, disk 0 GB, Ephemeral 0 GB, swap 0 GB dan jumlah vCPU 1 core.

```

root@webserver:/home/ubuntu# lscpu
Architecture:          x86_64
CPU op-mode(s):        32-bit, 64-bit
Byte Order:            Little Endian
CPU(s):                1
On-line CPU(s) list:   0
Thread(s) per core:    1
Core(s) per socket:    1
Socket(s):             1
NUMA node(s):          1
Vendor ID:             GenuineIntel
CPU family:            6
Model:                 2
Stepping:              3
CPU MHz:               3000.104
BogoMIPS:              6000.20
Hypervisor vendor:     KVM
Virtualization type:   full
L1d cache:             32K
L1i cache:             32K
L2 cache:              4096K
NUMA node0 CPU(s):    0
root@webserver:/home/ubuntu#

```

Gambar 8 Tampilan informasi arsitektur CPU yang digunakan pada *instance*

Gambar 8 menampilkan informasi arsitektur CPU yang digunakan oleh sistem dengan menggunakan perintah `lscpu`. CPU yang digunakan user pada *instance* “webserver” adalah satu buah CPU 64-bit. Kecepatan CPU yang dimiliki adalah 3000,106 MHz.

```

root@webserver:/home/ubuntu# top - 22:43:23 up 1 day, 10:36, 1 user, load average: 0.00, 0.01, 0.05
Tasks: 78 total, 1 running, 77 sleeping, 0 stopped, 0 zombie
Cpu(s):  0.0%us,  0.6%sy,  0.0%ni, 99.4%id,  0.0%wa,  0.0%hi,  0.0%st,  0.0%et
Mem:   503496k total, 422764k used, 80732k free, 52520k buffers
Swap:   0k total,   0k used,   0k free, 93496k cached

  PID USER      PR  NI  VIRT  RES  SHR  S %CPU  MEM     TIME+  COMMAND
 2784 root        20   0 17328 1196  900  R  0.6   0.2   0:00.10 top
    1 root        20   0 24328 1464  548  S  0.0   0.3   0:00.64 init
    2 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 kthreadd
    3 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:02.00 ksoftirqd/0
    5 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.10 kworker/u:0
    6 root        RT   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 migration/0
    7 root        RT   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:01.44 watchdog/0
    8 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 cpuset
    9 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 khelper
   10 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 kdevtmpfs
   11 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 netns
   12 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.60 sync_supers
   13 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.01 bdi-default
   14 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 kintegrityd
   15 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 kblockd
   16 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 ata_sff
   17 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 khubd
   18 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 md
   19 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:03.73 kworker/0:1
   20 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 kworker/u:1
   21 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.04 khungtaskd
   22 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.30 kswapd0
   23 root        25   5   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 ksm
   24 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 fanotify_mark
   25 root        20   0   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 ecryptfs-kthrea
   26 root        0 -20   0     0   0    S  0.0   0.0   0:00.00 crypto

```

Gambar 9 Tampilan penggunaan cpu dan memori

Pada gambar 4.55 dengan menggunakan perintah CLI \$ `top` menunjukkan penggunaan CPU pada *instance* meliputi 0,3% dengan sisa 99,7%, Memori 422764k dari total keseluruhan 503496.

Pengujian yang dilakukan menunjukkan bahwa *instance* dengan nama “webserver” telah berhasil dibangun sesuai dengan *flavor* yang dipilih pada saat akan membangun mesin virtual yaitu *flavor* m1.tiny.

Deskripsi dari *flavor* m1.tiny adalah memori 512Mb, Disk 0, Ephemeral 0, VCPU 1.0, dan swap 0.

## 5 PENUTUP

### 5.1. Simpulan

Penulis menyimpulkan dari hasil analisa dan pembahasan bahwa :

1. Infrastruktur *cloud* berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggunakan *OpenStack* versi Essex menggunakan satu buah server (*single host*) dengan sistem operasi Ubuntu 12.04 LTS.
2. Sumber daya komputasi dapat dibangun sesuai dengan permintaan user secara on-demand dengan memilih *flavor* yang tersedia dari ukuran m1.tiny, m2.small, m3.medium, m4.large dan m5.xlarge
3. *Image* yang dibuat menggunakan sistem operasi Ubuntu 12.04.3 LTS dengan format qcow2.
4. *Image* dapat digunakan kembali untuk membangun *instance* walaupun sebelumnya sudah pernah digunakan untuk membangun *instance*.
5. Sebuah mesin virtual telah berhasil dibangun dengan menggunakan *flavor* bernama m1.tiny (dengan spesifikasi Memori 512 MB, Disk 0 GB, Ephemeral 0 GB, vCPU 1).
6. CPU yang digunakan user pada *instance* ini adalah satu buah CPU 64-bit .
7. Kecepatan CPU yang dimiliki *instance* adalah 3000,106 MHz.
8. Penggunaan CPU pada *instance* dengan nama “webserver” meliputi 0,3% dengan sisa 99,7%, Memori 422764 K dari total keseluruhan 503496 K.

### 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah :

1. Infrastruktur *cloud* ini dapat dikembangkan lagi dengan menggunakan mesin virtual yang telah dibuat menjadi sebuah layanan berbasis aplikasi.
2. Dalam pengembangannya, infrastruktur *cloud* dapat dibangun pada multi server.
3. Teknologi *cloud computing* dapat lebih dioptimalkan pada organisasi yang mempunyai anggaran biaya sedikit.



4. Penggunaan teknologi *cloud computing* juga dapat digunakan untuk perguruan tinggi guna untuk kebutuhan riser mahasiswa.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Armbrust, M., A. Fox, R. Griffith, A.D. Joseph, R. Katz dan A. Konwinski, 2009, *Above the Cloud: A Beekeley View of Cloud Computing*, UC Berkeley Reliable Adaptive Distributed Systems Laboratory, pp. 10-12.
- Atmono, Widi. M. Hariadi dan Christyowidiasmoro, 2012, *Desain dan Implementasi Cloud Computing Menggunakan Nimbus*, Institute Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Buyya, R., James B. dan Goscinski A., 2011, *Cloud Computing: Principle and Paradigm*, United Stated of America : John Wiley and Sons, Inc.
- Nurmi, D., Wolski R., Grzegorzczek C., Obertelli G., Soman S., Youseff L. dan D. Zagorodnov, 2009, *The Eucalyptus open-source cloud-computing system*, in *Proceedings of IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGrid 2009)*, Shanghai, China, pp. 124-131, University of California, Santa Barbara.  
Tanggal Akses : 7 maret 2013  
<http://vgrads.rice.edu/publications/pdfs/eucalyptus-ccgrid2009.pdf/>
- Goyal, Vikas, 2012, *Review: Layers Arhitecture Of Cloud Computing. International Journal of Computing and Business Research*.  
Tanggal akses : 1 Juli 2013  
<http://www.researchmanuscripts.com/isociety2012/53.pdf>
- Jackson, K., 2012, *Openstack Cloud Computing Cookbook*, Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Jha, A., D. J. Murari, K. Raju, M. dan Yogesh, G.. 2012, *Openstack Beginner's Guide for Ubuntu-Precise*, CSS Corp.
- Judith, H., Robin, B. dan Marcia, K., 2010, *Cloud Computing for Dummies: HP Special Edition*, Indiana: Wiley Publishing, Inc.
- Ken, Pepple, 2011, *Deploying Openstack*, United States of America: O'Reilly Meida, In
- Liu, Fang, 2011, *NIST Cloud Computing Reference Architecture*, U.S. Departement of Commerce.  
Tanggal akses : 16 April 2013  
[http://www.cloudcredential.org/images/pdf\\_files/nist%20reference%20architecture.pdf](http://www.cloudcredential.org/images/pdf_files/nist%20reference%20architecture.pdf)
- Mell, P. dan Grance T., 2012, *The NIST Definition of Cloud Computing*, U.S. Departement of Commerce.  
Tanggal Akses : 27 April 2013  
<http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>
- Purbo, Onno W., 2011, *Petunjuk Praktis : Cloud Computing Menggunakan Open Source*, Jakarta.
- Supriadi, M. dan Achmad Iffan Marzuq, 2013, *Analisis Performance Cloud Computing berbasis Platform as A Service (PaaS) dengan Eucalyptus System dan Open Stack pada Ubuntu Server*, Sekolah Tinggi Ilmu Komunikasi : Surabaya.
- Wahana Komputer, 2011, *Administrasi Jaringan dengan Linux Ubuntu 11*, ANDI : Yogyakarta.
- Youseff, Lamia, Maria Butrico dan Dilma Da Silva, 2008, *Toward a Unified Ontology of Cloud Computing*, University of California: Santa Barbara.  
Tanggal akses : 15 Maret 2013  
<http://dosen.narotama.ac.id/wp-content/uploads/2012/01/Toward-a-Unified-Ontology-of-Cloud-Computing.pdf>

## BIODATA



**Norma Fitra Pusta Rahma**, lahir di Kendal, 01 mei 1990. Menjalani pendidikan di Taman Kanak-kanak I'anatut Tholibin, SDN 3 Ngembal Rejo, Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Kudus, Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bae. Dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Sistem Komputer, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia Angkatan Tahun 2008.

Mengetahui/Mengesahkan  
Dosen Pembimbing I

**Adian Fatchur Rochim, S.T., M.T.**  
**NIP 196310281993031002**

Mengetahui/Mengesahkan  
Dosen Pembimbing II

**Eko Didik Widiyanto, S.T., M.T.**  
**NIP 197706152008011011**